

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

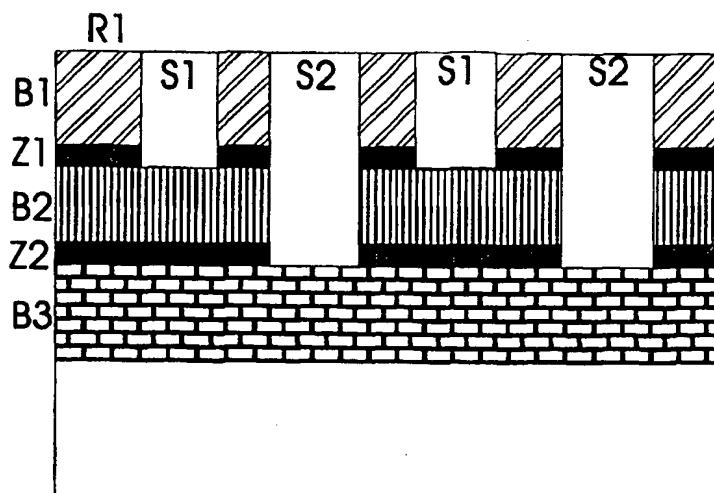


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G02B 5/28	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/21033 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. April 1999 (29.04.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03068 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Oktober 1998 (20.10.98) (30) Prioritätsdaten: 197 46 089.5 20. Oktober 1997 (20.10.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE/DE]; Wilhelm-Johnen-Strasse, D-52425 Jülich (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): THÖNISSEN, Markus [DE/DE]; Ringstrasse 64, D-41334 Nettetal (DE). LERON- DEL, Gilles [FR/FR]; F-76560 Etalleville (FR). KRÜGER, Michael [DE/DE]; Gottlob-Breuning-Strasse 6, D-72072 Tübingen (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH; Personal und Recht - Patente, D-52425 Jülich (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>

(54) Title: ELEMENT COMPRISING A FILTERING STRUCTURE

(54) Bezeichnung: EINE FILTERSTRUKTUR AUFWEISENDES BAUELEMENT



(57) Abstract

The invention relates to a filtering structure (R1, S1, S2) with a layering sequence comprising a number of layers (B1, B2, B3) formed from porous material. A layering sequence or a number of such layering sequences are formed inside a substrate in addition to the first layering sequence and are arranged in a staggered depthwise manner in relation to the first layering sequence. In this filtering structure, it is useful and advantageous that said additional layering sequence(s) perform(s) a filtering function differing from the first layering sequences.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Filterstruktur (R1, S1, S2) mit einer Schichtenfolge, die mehrere, aus porösem Material gebildete Schichten (B1, B2, B3) enthält. Dabei ist eine weitere Schichtenfolge oder mehrere weitere solcher Schichtenfolgen zu der ersten Schichtenfolge innerhalb eines Substrats gebildet und zu der ersten Schichtenfolge in der Tiefe versetzt angeordnet. Es ist zudem zweckmäßig und vorteilhaft, daß bei dieser Filterstruktur diese weitere Schichtenfolge eine von der ersten Schichtenfolge verschiedene Filterfunktion ausübt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

B e s c h r e i b u n g

Eine Filterstruktur aufweisendes Bauelement

Die Erfindung betrifft ein eine Filterstruktur aufweisendes Bauelement gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Als Stand der Technik stellen passive Applikationen aus porösem Silicium, wie zum Beispiel Interferenzfilter (DE-OS: P 43 19 413.3-33), Wellenleiter (A. Loni et. al., Thin solid films 276 1996, 143-146) oder Sensoren (M. Thust et al., Meas. Sci. Technol., 7, 1996, 26-29) aufgrund ihrer Integrationsfähigkeit in die bisher vorhandene Silicium Technologie ein großes Anwendungspotential dar. Dabei erlauben namentlich Interferenzfilter einen vergleichsweise großen spektralen Verlauf der Reflexion über einen weiten Wellenlängenbereich aufgrund der Möglichkeit der kontinuierlichen Änderung des Brechungsindex mit der Tiefe einer poröses Silizium enthaltenden Schichtenfolge. Auf diese Weise sind Farbdetektoren mit integrierter Schaltung auf einem Chip vorstellbar. Solche Anwendungen erfordern dabei jedoch Filter mit unterschiedlicher spektraler Charakteristik.

Der Einsatz der Photolithographie zur Herstellung strukturierter Bereiche aus porösem Silicium zur Bildung solcher Filter ist bekannt (M. Krüger et al., Thin solid films 276 (1996) 257-260). Dabei kann ein handelsüblicher Photolack oder beispielsweise Si_3N_4 verwendet werden.

Einerseits sind nachteilig bei einer solchen Herstellung mehrere, aufeinanderfolgende Prozeßschritte erforderlich; andererseits liegt ein weiteres Problem in einer ausreichende Stabilität der Photolack- bzw. Nitridschicht zum Elektrolyten, der bei der elektrochemischen Herstellung von porösem Silicium eingesetzt wird.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung ein eine Filterstruktur aufweisendes Bauelement zu schaffen, bei dem eine einfacher kompakter Aufbau mehrerer Filterstrukturen mit unterschiedlicher
5 Charakteristik erreicht wird.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Bauelement gemäß der Gesamtheit der Merkmale nach Anspruch 1. Weitere zweckmäßige oder vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den auf diesen Anspruch rückbezogenen Unteransprüchen.
10

Die Erfindung ist im weiteren an Hand von Figuren und Ausführungsbeispielen näher erläutert.

15

Ausführungsbeispiel

Die vorliegende Erfindung ist anhand des in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert:

20

Zur Bildung des erfindungsgemäßen, mehrere Filterstrukturen enthaltenden Bauelements nach Figur 1 sind dazu drei verschiedene Filterstrukturen B1, B2 und B3 aus jeweils mehreren Einzelschichten zur Bildung jeweils einer Interferenzfilterfunktion in einen Siliciumwafer direkt untereinander geätzt. Jede dieser
25 Filterstruktur B1, B2 und B3 hat eine eigene Filtercharakteristik. Zwischen den Filtern sind noch weitere, zur Trennung der Filterstrukturen vorgesehene Schichten Z1 und Z2 geätzt. Diese Schichten können zum einen bei der Herstellung im Wege der Ätzung als Ätzstopp, andererseits als optischer Stopp für tieferliegende Schichten eingesetzt werden. Die in der Figur 1 gezeigte Filterstruktur kann jedoch auch ohne solche Schichten Z1 und
30 Z2 ausgebildet sein.

35 Desweiteren sind Öffnungen S1 und S2 vorgesehen. Diese Öffnungen S1 und S2 können durch Abbildung periodischer Interferenzfiguren

- 3 -

auf die Oberfläche der Filterstrukturen aufgrund eines beleuchtungssensitiven Ätzprozesses gebildet sein. Es ist dabei vorstellbar, beispielsweise die Öffnung S1 durch Abbildung zweier zur Interferenz gebrachter Laserstrahlen auf der Probenoberfläche mit Periodizität P1 der Interferenz sowie die Öffnung S2 durch Abbildung zweier zur Interferenz gebrachter Laserstrahlen auf der Probenoberfläche mit Periodizität P2 der Interferenz durch Photodissolution des porösen Siliciums zu bilden.

- 10 Alternativ können die Öffnungen S1 und S2 durch gezieltes Ätzen, wie zum Beispiel mit als "RIE" bezeichnetem reaktivem Ionenätzen an den betreffenden Stellen hergestellt werden.

Die erfindungsgemäße Filterstruktur nach Figur 1 kann als Reflexions- und Transmissionsfilter verwendet werden.

Im Falle der Verwendung der erfindungsgemäßen Filterstruktur als Reflexionsfilter trifft zu analysierendes Licht von oben auf die in Figur 1 dargestellte Struktur und wird sodann das Licht von den verschiedenen Filtern unterschiedlich reflektiert. Im Oberflächenbereich R1 des Siliziumwafers trifft das Licht nacheinander auf alle drei Filterstrukturen B1, B2 und B3..

Soweit jedoch, wie in der Figur 1 dargestellt, eine geeignete Zwischenschicht Z1 vorgesehen ist, von der das transmittierte Licht direkt hinter dem ersten Filter absorbiert wird, kann die Schichtstruktur im Bereich R1 so ausgebildet sein, daß selektiv nur die Filterstruktur B1 im optischen Verhalten der erfindungsgemäßen Struktur beträgt. Aufgrund der erfolgten Ätzung des Bereichs S1, das heißt der Entfernung der Schichten B1 und Z1 in diesem Bereich S1, wird das einfallende Licht selektiv nur von der Filterstruktur B2 reflektiert. Vergleichbar erfolgt die Reflexion im Bereich S2 nur von der Schichtstruktur B3. Die Bildung einer oder mehrerer solcher Zwischenschichten Z1 oder Z2 kann entfallen, wenn eine Reflexionscharakteristik des erfindungsgemäßen solche Filterstrukturen enthaltendes Bauelements

derart gewünscht der Gesamtfilterwirkung ist, die durch mehrere, sich übereinander befindliche Filterstrukturen realisierbar ist.

Die erfindungsgemäße Filterstruktur nach Figur 1 kann auch Ver-
wendung finden als Transmissionsfilter. Dazu ist in vorteilhaft-
ter Weise an der vom Lichteinfall abgewandten Seite der erfindungsgemäßen Filterstruktur eine einen p/n-Übergang bildende Schichtenfolge vorzusehen. Eine solche erfindungsgemäße ein Farbdetektor realisiert werden. Das am Detektor angelangte Licht
setzt sich je nach lateraler Position (R1, S1 oder S2) aus Anteilen zusammen, die durch die einzelnen Filter transmittiert werden. Natürlich können weitere Filterschichten hinzugefügt werden. Durch geeignete Subtraktion der erhaltenen, elektrischen Signale können somit die an den einzelnen Filterpositionen erhaltenen Signale bestimmt und ausgewertet werden.

Beim in der Figur 2 dargestellten erfindungsgemäßen Bauelement wurden Schichtsysteme in die p⁺-Schicht eines pn-Übergangs geätzt. Somit sollen benachbarte, spektral sensitive Photodioden mit unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit hergestellt werden. Die Filter agieren typisch als Reflektionsfilter, d.h. nur die Wellenlänge, für welche sie hergestellt wurden, wird nach oben reflektiert, alle übrigen Wellenlängen tragen zur Reduktion der Verarmungszone bei und ermöglichen somit einen Photostromfluß.

Auf der rechten Seite in der Figur 2 dargestellt wurden zwei Schichtsysteme, die für unterschiedliche Filterfrequenzen optimiert wurden, geätzt. Zum Beispiel wurde in Filter 1 ein Schichtsystem für maximale Reflektion bei 24.000 cm⁻¹ realisiert. Die dafür notwendigen Ätzparameter waren für das Schichtsystem 30 mA/cm² bzw. 120 mA/cm² für die jeweils darin enthaltenen Einzelschichten, die Ätzzeiten betrugen 2,003 s bzw. 0,797 s. Der darunterliegende Filter wurde mit den gleichen Stromdichten, aber den Ätzzeiten 2,954 s und 1,148 s geätzt und ist somit für eine maximale Reflektion bei 18.000 cm⁻¹ ausgelegt. Der Filter

- 5 -

mit der höheren Wellenzahl wurde bewußt über den mit der niedrigeren geätzt, um Absorptionen im UV-nahen Bereich so gering wie möglich zu halten.

- 5 Die linke Photodiode besteht demhingegen nur aus einem Filter für die Wellenlänge bei 18.000 cm^{-1} , der darüberliegende Filter wurde mit Hilfe der RIE geätzt.

10 Zwischen dem Rückseiten- und Vorderseitenkontakt kann der entsprechende Photostrom gemessen werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

-
1. Filterstruktur mit einer Schichtenfolge, die mehreren, aus porösem Material gebildeten Schichten enthält, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Schichtenfolge oder
5 mehrere weiterer, solcher Schichtenfolgen zu der ersten Schichtenfolge innerhalb eines Substrats gebildet und zu der ersten Schichtenfolge in der Tiefe versetzt angeordnet sind.
- 10 2. Filterstruktur nach vorhergehendem Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß diese weitere Schichtenfolge eine von der ersteren Schichtenfolge verschiedene Filterfunktion ausübt bzw. ausüben.
- 15 3. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Schichtenfolge oder wenigstens eine der weiteren Schichtenfolgen durch Ätzung zumindest teilweise freigelegt ausgebildet ist.
- 20 4. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Silicium, Germanium-Aluminium oder Silizium-Germanium als Material für das Substrat.
- 25 5. Filterstruktur nach vorhergehendem Anspruch, gekennzeichnet durch weitere Schichten, insbesondere poröse Einzelschichten, zwischen den Schichtenfolgen.

6. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Bereich oder mehrere Bereiche, insbesondere Gräben oder Öffnungen, mit unterschiedlichen und gegenüber dem restlichen Material geänderten optischen Eigenschaften.
7. Filterstruktur nach vorhergehendem Anspruch, gekennzeichnet durch in die jeweilige Schichtenfolge oder in die Einzelschicht oder an die Grenze zwischen einer der Schichtenfolgen oder Einzelschicht/Schichtenfolge führende Gräben oder Öffnungen.
8. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mittels Ätzprozesse, insbesondere mittels reaktivem Ionenätzen, gebildete Gräben oder Öffnungen.
9. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Gräben oder die Öffnung oder die Öffnungen durch optische Abbildung einer Struktur auf die Substratoberfläche gebildet sind.
10. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Bereich oder die jeweiligen Bereiche durch einen photosensitiven Ätzprozeß abgelöst sind.
11. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die abgebildete Struktur

als Maske (Schattenmaske) oder Interferenzbild ausgebildet ist.

- 5 12. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die abgebildete Struktur, insbesondere mit einem Laser oder Elektronenstrahl, direkt auf die Substratoberfläche geschrieben ist.
- 10
13. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an Stelle der Öffnungen die Porosität an einigen Stellen lateral und unterschiedlich tief in den Filterschichten durch eine photosensitiven
- 15 Nachätzprozeß beeinflußt ausgebildet ist.
14. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen bzw. Porositätsänderungen im Filter periodisch ausgeführt sind.
- 20
15. Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gräben oder Öffnungen durch ein Material, insbesondere Flüssigkristalle, aufgefüllt sind, welches sich vom Substratmaterial unterscheidet.
- 25
16. Bauelement mit wenigstens einer Filterstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 30
17. Bauelement nach vorhergehendem Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht aus mehreren Filtern oberhalb einer p/n Photodiode geätzt wird.
- 35

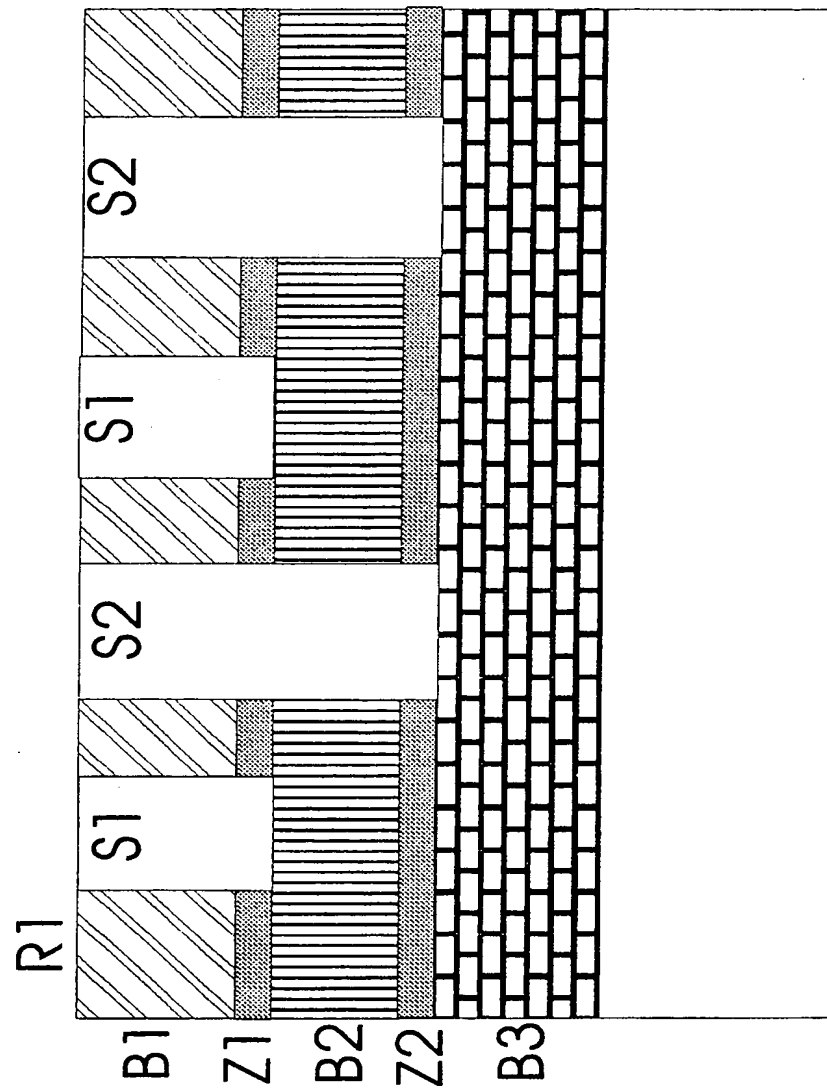


FIG. 1

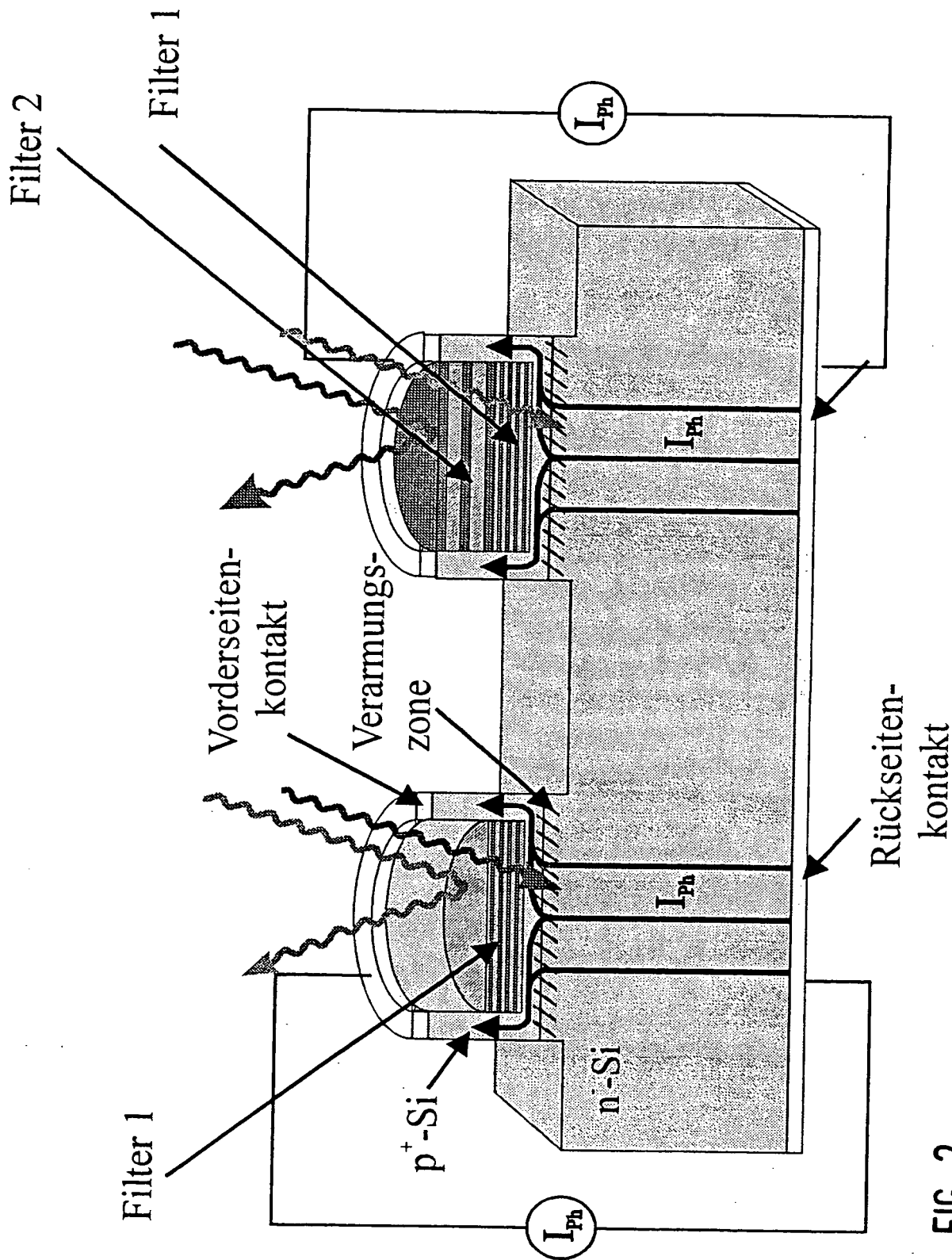


FIG. 2

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

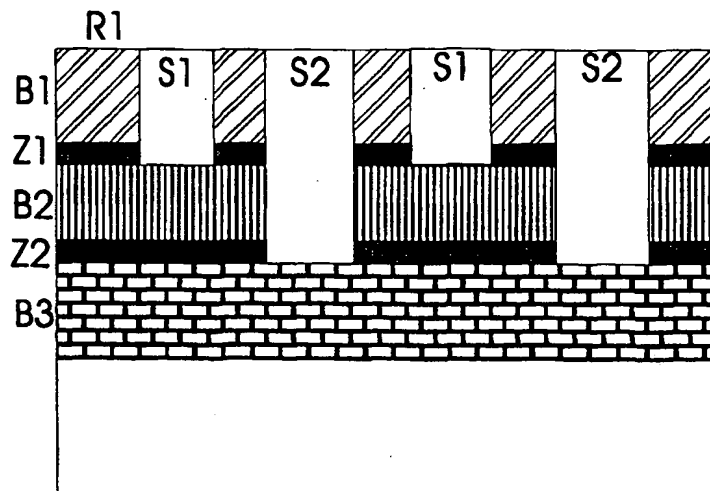


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G02B 5/28 // H01L 31/0216		A3	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/21033
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. April 1999 (29.04.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03068 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Oktober 1998 (20.10.98) (30) Prioritätsdaten: 197 46 089.5 20. Oktober 1997 (20.10.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE/DE]; Wilhelm-Johnen-Strasse, D-52425 Jülich (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): THÖNISSEN, Markus [DE/DE]; Ringstrasse 64, D-41334 Nettetal (DE). LERON- DEL, Gilles [FR/FR]; F-76560 Etalleville (FR). KRÜGER, Michael [DE/DE]; Gottlob-Breuning-Strasse 6, D-72072 Tübingen (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH; Personal und Recht - Patente, D-52425 Jülich (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenbe- richts: 10. Juni 1999 (10.06.99)	

(54) Title: ELEMENT COMPRISING A FILTERING STRUCTURE

(54) Bezeichnung: EINE FILTERSTRUKTUR AUFWEISENDES BAUELEMENT



(57) Abstract

The invention relates to a filtering structure (R1, S1, S2) with a layering sequence comprising a number of layers (B1, B2, B3) formed from porous material. A layering sequence or a number of such layering sequences are formed inside a substrate in addition to the first layering sequence and are arranged in a staggered depthwise manner in relation to the first layering sequence. In this filtering structure, it is useful and advantageous that said additional layering sequence(s) perform(s) a filtering function differing from the first layering sequences.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Filterstruktur (R1, S1, S2) mit einer Schichtenfolge, die mehrere, aus porösem Material gebildete Schichten (B1, B2, B3) enthält. Dabei ist eine weitere Schichtenfolge oder mehrere weitere solcher Schichtenfolgen zu der ersten Schichtenfolge innerhalb eines Substrats gebildet und zu der ersten Schichtenfolge in der Tiefe versetzt angeordnet. Es ist zudem zweckmäßig und vorteilhaft, daß bei dieser Filterstruktur diese weitere Schichtenfolge eine von der ersten Schichtenfolge verschiedene Filterfunktion ausübt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr 1al Application No
PCT/DE 98/03068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G02B5/28 //H01L31/0216		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 94 29757 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH ;BERGER MICHAEL GOETZ (DE); MUENDER H) 22 December 1994 see abstract; figure 2 see column 1, line 58 - column 3, line 4	1,2,4,5, 14,16,17
Y	--- -/--	3,6,7, 9-12
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div>		
* Special categories of cited documents :		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold;">1 April 1999</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold;">16/04/1999</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Visser, E</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/03068

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>THONISSEN M ET AL: "Porous silicon: how a sponge became an application" MOC/GRIN '97. TECHNICAL DIGEST OF THE SIXTH MICROOPTICS CONFERENCE AND THE FOURTEENTH TOPICAL MEETING ON GRADIENT-INDEX OPTICAL SYSTEMS, PROCEEDINGS OF 1997 6TH MICROOPTICS CONF/14TH TOPICAL MEETING ON GRADIENT INDEX OPTICAL SYSTEMS, TOKYO, JAPAN, 7-, pages 170-173, XP002098823 1997, Tokyo, Japan, Japan Soc. Appl. Phys, Japan see page 172, line 3 - page 173, line 4</p>	<p>3,6,7, 9-12</p>
X,P	<p>EP 0 831 341 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 25 March 1998</p> <p>see abstract; figures 1-4 see column 1, line 6 - line 27 see column 2, line 26 - line 27</p>	<p>1-7, 9-14,16, 17</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03068

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9429757 A	22-12-1994	DE 4319413 A	15-12-1994
		EP 0704068 A	03-04-1996
		JP 10508113 T	04-08-1998
		US 5696629 A	09-12-1997
EP 0831341 A	25-03-1998	DE 19638885 C	23-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03068

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G02B5/28 //H01L31/0216

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01L G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ¹	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 94 29757 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH ;BERGER MICHAEL GOETZ (DE); MUENDER H) 22. Dezember 1994 siehe Zusammenfassung; Abbildung 2 siehe Spalte 1, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 4	1,2,4,5, 14,16,17
Y	---	3,6,7, 9-12
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

¹ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. April 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Visscher, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03068

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>THONISSEN M ET AL: "Porous silicon: how a sponge became an application" MOC/GRIN '97. TECHNICAL DIGEST OF THE SIXTH MICROOPTICS CONFERENCE AND THE FOURTEENTH TOPICAL MEETING ON GRADIENT-INDEX OPTICAL SYSTEMS, PROCEEDINGS OF 1997 6TH MICROOPTICS CONF/14TH TOPICAL MEETING ON GRADIENT INDEX OPTICAL SYSTEMS, TOKYO, JAPAN, 7-, Seiten 170-173, XP002098823 1997, Tokyo, Japan, Japan Soc. Appl. Phys, Japan siehe Seite 172, Zeile 3 - Seite 173, Zeile 4</p> <p style="text-align: center;">---</p>	<p>3,6,7, 9-12</p>
X,P	<p>EP 0 831 341 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 25. März 1998</p> <p>siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 siehe Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 27 siehe Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 27</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1-7, 9-14,16, 17</p>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03068

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9429757 A	22-12-1994	DE 4319413 A	15-12-1994
		EP 0704068 A	03-04-1996
		JP 10508113 T	04-08-1998
		US 5696629 A	09-12-1997
EP 0831341 A	25-03-1998	DE 19638885 C	23-04-1998